



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003120348 A**(43) Date of publication of application: **23.04.03**

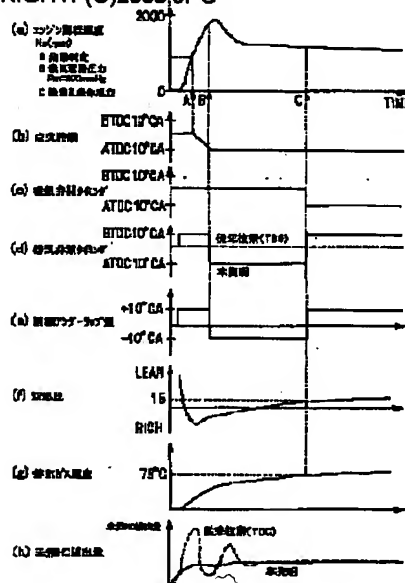
(51) Int. Cl.

F02D 13/02**F01N 3/20****F02D 41/06****F02D 45/00**(21) Application number: **2001315828**(71) Applicant: **DENSO CORP**(22) Date of filing: **12.10.01**(72) Inventor: **MAJIMA YOSHIHIRO****(54) VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR
INTERNAL COMBUSTION ENGINE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a valve timing control device for an internal combustion engine that reduces unburned HC generated in combustion.

SOLUTION: Upon a start of a start-up of an engine, the closing timing of an exhaust valve is advanced to confine in a combustion chamber combustion gas including more quenched HC and wet fuel than after a warm-up of the internal combustion engine. When the pressure of an intake passage falls below 600 mmHg at a point B in Fig. 15 (a), the closing timing of the exhaust valve is retarded in order to cause combustion gas to be aspirated again into the combustion chamber. Unburnt HC included in combustion gas can thus contribute to combustion again to reduce degradation in emissions. As shown in Fig. 15 (e), a target underlapping degree is set depending on the intake passage pressure of the internal combustion engine to appropriately control the combustion gas aspirated again into or confined in the combustion chamber.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-120348

(P2003-120348A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号・	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	H 3 G 0 8 4
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	D 3 G 0 9 1
F 0 2 D 41/06	3 0 1	F 0 2 D 41/06	3 0 1 3 G 0 9 2
	3 2 0		3 2 0 3 G 3 0 1
45/00	3 1 0	45/00	3 1 0 B
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-315828(P2001-315828)

(22) 出願日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 摩島 嘉裕

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100096998

弁理士 碓氷 裕彦 (外2名)

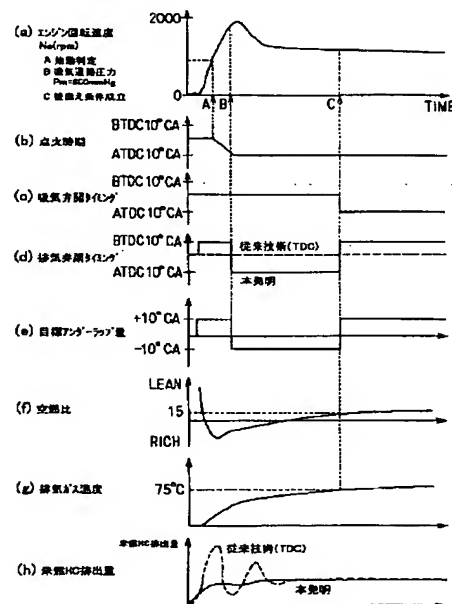
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、燃焼により発生する未燃HCを低減する内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 エンジンが始動開始になると、排気弁の閉タイミングを進角させて、クエンチHCとウェット燃料とを内燃機関の暖機後に比して多く含んだ燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込める。そして、図15(a)中のB点にて吸気通路の圧力が600mmHgよりも小さくなることで、燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させることを目的として排気弁の閉タイミングを遅角する。以上のようにして、燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることができるので、エミッションの悪化を低減することができる。なお、このとき、図15(e)に示すように、目標アンダーラップ量を内燃機関の吸気通路圧力に応じて設定することで燃焼室内に再吸入、若しくは閉じ込める燃焼ガスを適切に制御している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、
 内燃機関の運転状態を検出、または推定する第1の運転状態検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、前記運転状態検出手段により検出、または推定された運転状態に基づいて、前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側、または、遅角側に制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項2】 前記第1の運転状態検出手段は、内燃機関の運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータを検出、若しくは推定する手段であり、
 前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも大きいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御し、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも小さいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項3】 内燃機関の運転状態を検出する第2の運転状態検出手段を備え、前記第2の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路中に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量を推定し、
 前記排気弁調整手段は、内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／またはシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定することを特徴とする請求項1または請求項2のいずれか一方に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項4】 前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御するとき、内燃機関の吸気弁と前記排気弁とが同時に開弁している期間が所定期間となるように吸気上死点からの遅角量を設定することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一つに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項5】 前記吸気弁の少なくとも開タイミングを調整する吸気弁制御手段を備え、
 前記第2の運転状態検出手段は、内燃機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段を含み、
 前記吸気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検

出された燃焼状態として、排気通路中の未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときに前記吸気弁の開タイミングを遅角し、

前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態が安定しているとき、前記排気弁の閉タイミングを進角することを特徴とする請求項4に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項6】 内燃機関の燃焼空燃比を検出する空燃比検出手段と、

10 内燃機関より排出される排気ガスの温度を検出、または推定する排ガス温度検出手段とを備え、

前記燃焼状態検出手段は、前記排ガス温度検出手段により検出、または推定された排気ガスの温度が所定温度よりも高く、かつ、前記空燃比検出手段により検出された燃焼ガスの空燃比が所定リーンであるときに内燃機関の燃焼状態が安定していると判定し、

前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段による判定結果に基づいて前記排気弁の閉タイミングを進角することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項7】 内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、
 内燃機関の運転状態を検出、または推定する第2の運転状態検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の冷間始動時からの運転において、前記第2の運転状態検出手段により検出、または推定される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁調整手段により前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側に制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項8】 前記第2の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路内に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量とを推定し、

前記排気弁調整手段は、前記第2の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定することを特徴とする請求項7に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項9】 内燃機関に配設される排気弁と、
 前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項10】 内燃機関の排気系に設けられ、内燃機関から排出される燃焼ガスを処理するための燃焼ガス処理手段と、

前記排ガス処理手段の燃焼ガス処理能力を検出、または推定する処理能力検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に、前記処理能力検出手段により前記燃焼ガス処理手段による燃焼ガスを処理する能力が低いことが検出されたとき、内燃機関の始動時に前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする請求項9に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項11】 前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時から所定期間後、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御することを特徴とする請求項9または請求項10のいずれか一方に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項12】 内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関から排気通路に排出された燃焼ガスを、所望量、内燃機関のシリンダ内に再吸入できない状態にあるとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【0002】

【従来技術】近年、内燃機関の燃焼により排出される有害ガス成分に対する規制が厳しくなっている。そこで、この燃焼によって排出される有害ガス成分を低減する技術が広く研究されている。この有害成分が、特に問題になるのは内燃機関の冷始動時のような触媒コンバータが不活性状態であるときである。たとえば、触媒コンバータとして広く知られている三元触媒は、活性状態において、空燃比が理論空燃比のときに最も浄化率が高くなることが知られている。しかしながら、上述のように冷始動時には、触媒コンバータが活性していないために、燃焼によって発生する有害ガス成分が浄化されずに大気に放出される。これによってエミッションが悪化してしまう。

【0003】そこで、従来から特開平11-336574号公報に開示される技術が知られている。この技術は、有害ガス成分の1つとして、炭化水素（HC）ガスの排出を抑制するための技術であり、吸気バルブと排気バルブとが同時に開弁している時期、所謂バルブオーバーラップ量を制御することによって、一旦、排気通路に排出された燃焼ガスを再び内燃機関のシリンダに再吸入させることが開示されている。

【0004】このように、排気通路中に排出された燃焼

ガスをシリンダ内に再吸入させることで、燃焼ガス中に含まれる未燃HCガスを再び燃焼に寄与させることでHCガスの排出を抑制することができる。しかしながら、シリンダに再吸入する燃焼ガス量が多くなると、新気に対する排気ガス量の割合が大きくなるために燃焼が不安定になってしまう。特開平11-336574号公報の技術では、特にこの課題に対してシリンダに再吸入する燃焼ガス量が大きくなることを防止するためにオーバーラップ量を所定値以下に制御する。これによって、排気バルブが開いているときに吸気バルブが開いている期間が短くなるので、新気に対する再吸入燃焼ガス量を抑制でき、上述の課題を解決するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃焼ガスの再吸入量は、オーバーラップ量と、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧によって決まる。すなわち、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧が小さい場合には、十分に排気ガスをシリンダ内に再吸入させることができず、未燃HCを低減するという効果を十分に活用することができないという虞がある。

【0006】この問題は、特に、エンジン始動時に現れる課題であり、エンジン始動時にはまだアイドル回転速度に達していないために、燃焼ガスをシリンダ内に再吸入させるのに十分な吸気通路中の圧力を得られない。このため、上記特開平11-336574号公報の技術のように排気バルブの閉じタイミングを遅角させて、バルブオーバーラップ量を制御することで燃焼ガスをシリンダ内に再吸入させる方法では、始動時には燃焼ガスの再吸入を充分に行うことができない。特に、冷間始動時には触媒コンバータが活性していないために未燃HCが浄化されずに大気に放出されて、エミッションを悪化させる虞がある。

【0007】また、冷間始動時の燃料噴射は、通常運転に比して燃料の霧化状態が悪化するために、点火プラグに点火することによってシリンダ内での燃焼が行われても燃焼に寄与しない燃料が爆発によってシリンダ壁面に押し付けられることになる。シリンダ壁面に押し付けられた燃料は、シリンダ内の空気に曝される面積が小さいためにさらに燃焼には寄与しなくなる。そして、この燃焼に寄与せずに、シリンダ壁面に付着した未燃HCは、ピストンの上昇により掻き揚げられて排気バルブが開いたときに、排気通路に放出されてしまう虞がある。（このHCを以下ではクエンチHCと称する）そこで、本願発明は上述の課題に鑑みてなされたものであり、常に未燃HCの排出を低減させることができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを第1の目的とする。

【0008】また、冷間始動時であっても排気通路に未燃HCガスを低減させることができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを第2の目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、内燃機関の運転状態を検出、または推定する第1の運転状態検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された運転状態に基づいて、前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側、または、遅角側に制御する。

【0010】これにより、第1の運転状態検出手段により検出される運転状態が燃焼ガスを燃焼室内に十分に再吸入することが出来ない状態であれば、排気弁の閉タイミングを進角させることにより燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができる。このように燃焼ガスを燃焼室に閉じこめることにより燃焼ガスに含まれる未燃炭化水素（以下、未燃HCと称す）を次の燃焼に寄与させることができるので、エミッションを低減することができる。そして、運転状態として燃焼ガスを燃焼室内に十分に再吸入することができる場合には、排気弁の閉タイミングを遅角することによって、燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができ、未燃HCガスを低減することができる。

【0011】以上の構成により、常に未燃HCガスの排出を低減して、エミッションを抑制するという第1の目的を達成することができる。

【0012】請求項2は、前記第1の運転状態検出手段は、内燃機関の運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータを検出、若しくは推定する手段であり、前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも大きいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御し、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも小さいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御する。

【0013】これにより、運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータに基づいて排気弁の閉タイミングを進・遅角することができる。すなわち、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が小さいときには、排気弁の閉タイミングを進角させることで、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めるので、未燃HCを低減することができる。一方、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が大きいときには、排気通路に排出された燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができるので、未燃HCを低減することができる。以上の構成により、常に未燃HCガスを低減して、エミッションを抑制するという第1の目的を達成することができる。

【0014】また、請求項3の発明のように、内燃機関

の運転状態を検出する第1の運転状態検出手段を備え、前記第1の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路中に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量を推定し、前記排気弁調整手段は、前記第2の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／またはシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定しても良い。

【0015】これにより、例えば、冷間始動時などのようにシリンダ壁面に付着する未燃HC（以下、クエンチHCと称する）やウェット燃料が多い状態でも、これらの値を推定することができる。故に、排気弁の閉タイミングをこの値に応じて進角量を設定できるので、燃焼室に閉じこめる燃焼ガスの量を最適な量に調整でき、この燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることで、エンジンから排出される未燃HCガスを低減し、エミッションを抑制することができる。

【0016】ところで、排気通路に排出された燃焼ガスを燃焼室に再吸入させるために、吸気弁と排気弁とを同時に開弁させることが知られている。しかしながら、燃焼室に再吸入する燃焼ガス量は、排気通路中の圧力と吸気通路中の圧力との差圧に依存する。このため、吸気通路の圧力が大気圧に近い場合には、排気通路と吸気通路との差圧が小さいために、排気弁と吸気弁とを同時に開弁させても燃焼ガスを再び燃焼させることができない。

【0017】そこで、第1の運転状態検出手段によって運転状態が燃焼ガスを燃焼室に再吸入可能である場合には、請求項4の発明のように、前記排気弁調整手段は、内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御するとき、内燃機関の吸気弁と前記排気弁とが同時に開弁している期間が所定期間となるように吸気上死点からの遅角量を設定する。

【0018】これにより、同時に開弁している期間を考慮して排気弁の閉タイミングを設定することができるので、燃焼室に再吸入させる燃焼ガス量を精度良く制御することができる。

【0019】請求項5の発明では、前記吸気弁の少なくとも開タイミングを調整する吸気弁制御手段を備え、前記運転状態検出手段は、内燃機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段を含み、前記吸気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態として、排気通路中の未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときに前記吸気弁の開タイミングを遅角し、前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態が安定しているとき、前記排気弁の閉タイミ

ングを進角する。

【0020】未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときには、未燃炭化水素が排出されても排気通路中で酸化反応によって未燃炭化水素は消費される。そこで、このような条件が成立する場合には、燃焼の安定性を目的として請求項5の発明のように制御する。すなわち、吸気弁の開タイミングを遅角すると、吸気通路と燃焼室とに差圧が生じて吸気流速が向上する。これにより、燃料の霧化が促進されて燃焼が改善される。そして、この状態で排気弁の開タイミングを進角することで排気通路に排出された燃焼ガスが燃焼室に再吸入するのを低減することができ、燃焼の安定性を改善することができる。

【0021】請求項6の発明では、内燃機関の燃焼空燃比を検出する空燃比検出手段と、内燃機関より排出される排気ガスの温度を検出、または推定する排ガス温度検出手段とを備え、前記燃焼状態検出手段は、前記排ガス温度検出手段により検出、または推定された排気ガスの温度が所定温度よりも高く、かつ、前記空燃比検出手段により検出された燃焼ガスの空燃比が所定リーンであるときに内燃機関の燃焼状態が安定していると判定し、前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段による判定結果に基づいて前記排気弁の開タイミングを進角する。

【0022】排気通路中に排出される燃焼ガスは、未燃HCを含んで排出される。この燃焼状態では、空燃比と排気温度とに基づいて、この燃焼ガス中の未燃HCガスが排気通路中で酸化反応により消費される燃焼状態を検出している。そこで、上述の発明のように、燃焼状態が未燃HCを排気通路中で酸化する場合に、排気弁の開タイミングを進角させることで、燃焼ガスが燃焼室に再吸入することを低減して燃焼の安定性を実現することができる。

【0023】前述した通り、冷始動時には燃料ウェットとクエンチHCが燃焼ガスに多量に含まれる。そして、このクエンチHCと燃料ウェットを低減させるために、従来技術のように吸気弁と排気弁とを同時に開弁する期間を設定して排気通路中の燃焼ガスを燃焼室に再吸入させようとしても十分に燃焼ガスを再吸入できない虞がある。これは、始動時に吸気通路と排気通路との差圧が小さいために、吸気弁と排気弁とを同時に開弁しても再吸入できないためである。

【0024】そこで、請求項7の発明では、内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、内燃機関の運転状態を検出、または推定する第2の運転状態検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の冷間始動時からの運転において、前記第2の運転状態検出手段により検出、または推定される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁調整手段により前記排気弁の開タイミングを吸気上死点に対して進角側に制御する。

【0025】これにより、クエンチHCや燃料ウェットが多量に含まれる燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができるので、このクエンチHCと燃料ウェットを再び燃焼に寄与させることができるので、未燃HCを低減し、エミッションを低減することができ、冷間始動時であっても排気通路に未燃HCガスを低減するという第2の目的を達成することができる。

【0026】請求項8の発明では、前記第2の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路内に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量とを推定し、前記排気弁調整手段は、前記第2の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の開タイミングの吸気上死点からの進角量を設定する。

【0027】これにより、例えば、冷間始動時などのようにシリンダ壁面に付着する未燃HC（以下、クエンチHCと称する）やウェット燃料が多い状態でも、これらの値を推定することができる。故に、排気弁の開タイミングをこの値に応じて進角量を設定できるので、燃焼室に閉じこめる燃焼ガスの量を多くすることができ、この燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることで、エンジンから排出される未燃HCガスを低減し、エミッションを抑制することができる。

【0028】請求項9の発明では、内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0029】これにより、未燃HCが多量に含まれる燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができる。ゆえに、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が小さい運転状態であっても未燃HCを再び燃焼に寄与させることができるので、未燃HCを低減し、エミッションを低減することができる。

【0030】請求項10の発明によれば、内燃機関の排気系に設けられ、内燃機関から排出される燃焼ガスを処理するための燃焼ガス処理手段と、前記燃焼ガス処理手段の燃焼ガス処理能力を検出、または推定する処理能力検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に、前記処理能力検出手段により前記燃焼ガス処理手段による燃焼ガスを処理する能力が低いことが検出されたとき、内燃機関の始動時に前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0031】燃焼ガス処理手段による燃焼ガス処理能力

が低い場合、燃焼によって発生する未燃HCは、処理されずにそのまま大気に放出される虞がある。そこで、未燃HCを低減するために、排ガス処理手段の排気ガス処理能力が低い場合には、排気弁の開タイミングを吸気上死点に対して進角側となるように制御する。これにより、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めることができるので、燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることができる。ゆえに、排出される燃焼ガスには未燃HCが低減されており、エミッションの悪化を低減することができる。

【0032】燃焼ガス中に含まれる未燃HCを低減する方法としては、前述した通り燃焼ガスを閉じ込める方法と、燃焼室内に燃焼ガスを再吸入させる方法とがある。燃焼室内に燃焼ガスを再吸入させる方法では、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧を利用しており、この差圧が小さい場合には、十分に燃焼ガスを再吸入させることができない。すなわち、内燃機関の始動時には吸気通路中の圧力はほぼ大気圧であるために、燃焼ガスを再吸入させることが困難である。

【0033】そこで、請求項11の発明では、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時から所定期間後、前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御する。

【0034】これにより、内燃機関の回転速度が上がってくる所定期間後では、吸気通路中の圧力が低下してくるので、排気通路の圧力との差圧が大きくなるので、燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができ、未燃HCの排出を低減することができる。

【0035】なお、この所定期間は、内燃機関の回転速度や回転速度の積算、点火プラグによる点火回数、吸入空気量の積算等により補正されても良い。

【0036】請求項12の発明によれば、内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関から排気通路に排出された燃焼ガスを、所望量、内燃機関のシリンダ内に再吸入できない状態にあるとき、前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0037】これにより、燃焼ガスを所望量再吸入できない場合には、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めることができるので、閉じ込められた燃焼ガスに含まれる未燃HCを次の燃焼に寄与させることができる。ゆえに、内燃機関から排出される燃焼ガス中の未燃HCガスを低減して、エミッションが悪化することを防止することができる。

【0038】

【実施の形態】<第1の実施の形態>本実施の形態に係る概略構成図を図1に示す図面を用いて説明する。図1は、本実施の形態にかかる内燃機関のバルブタイミング制御装置を示す全体構成図である。図1において、エン

ジン1は火花点火式の4サイクル多気筒内燃機関からなり、その吸気ポートと排気ポートにはそれぞれ吸気通路2と排気通路3とが接続されている。吸気通路2には、図示しないアクセルペダルに連動するスロットル弁4が設けられると共に、吸入空気量を検出するためのエアフローメータ45が配設されている。スロットル弁4の開度はスロットルセンサ20により検出され、同センサ20によればスロットル全閉の状態も併せて検出される。

10 【0039】エンジン1の気筒を構成するシリンダ6内には図の上下方向に往復動するピストン7が配設され、同ピストン7はコンロッド8を介して図示しないクランク軸に連結されている。ピストン7の上方にはシリンダ6及びシリンダヘッド9にて区画された燃焼室10が形成され、燃焼室10は吸気弁11及び排気弁12を介して前記吸気通路2及び排気通路3に連通している。シリンダ6（ウォータジャケット）には、エンジン冷却水の温度を検出するための水温センサ17が配設されている。

20 【0040】排気通路3には2つの触媒コンバータ13、14が配設されており、これら触媒コンバータ13、14は、排ガス中のHC、CO、NO_xといった三成分を浄化するための三元触媒からなる。上流側の触媒コンバータ13は、下流側の触媒コンバータ14に比べてその容量が小さく、エンジン始動直後の暖機が比較的早い、いわゆるスタートキャタリストとしての役割を持つ。なお、上流側の触媒コンバータ13は、エンジン排気ポート端面から約300mm程度の位置に設けられる。

30 【0041】触媒コンバータ14の上流側には、限界電流式空燃比センサからなるA/Fセンサ15が設けられ、同A/Fセンサ15は排ガス中の酸素濃度（或いは、未燃ガス中の一酸化炭素の濃度）に比例して広域で且つリニアな空燃比信号を出力する。また、同触媒コンバータ14の下流側には、理論空燃比（ストイキ）を境にしてリッチ側とリーン側とで異なる電圧信号を出力するO2センサ16が設けられている。

【0042】電磁駆動式のインジェクタ18には図示しない燃料供給系から高圧燃料が供給され、インジェクタ18は通電に伴いエンジン吸気ポートに燃料を噴射供給する。本実施の形態では、吸気マニホールドの各分岐管毎に1つずつインジェクタ18を有するマルチポイントインジェクション（MPI）システムが構成されている。シリンダヘッド9に配設された点火プラグ19は、図示しない点火コイルから供給される点火用高電圧により発火する。

【0043】この場合、吸気通路上流から供給される新気とインジェクタ18による噴射燃料とがエンジン吸気ポートにて混合され、その混合気が吸気弁11の開弁動作に伴い燃焼室10内に流入する。燃焼室10内に流入

した燃料は、点火プラグ19による点火火花にて着火され、燃焼に供される。そして、燃焼した混合気は排気弁の開弁動作によって排出される。

【0044】この吸気弁11と排気弁12との開閉動作は、それぞれバルブタイミング可変機構43、44によって決定される。ここで、吸気弁11と排気弁12との開閉タイミングを任意に設定することができるバルブタイミング可変機構の構成について説明する。なお、それぞれのバルブタイミング可変機構43、44は同一の構成であるため、吸気弁11のバルブタイミング可変機構43については説明を省略し、ここでは排気弁12のバルブタイミング可変機構44を図2を用いて説明する。

【0045】図示のように、シリンダヘッド9に上下方向に移動可能に設けられた排気弁12は、弁部12a及びバルブステム部12bより構成されている。弁部12aは、排気弁12が上方に引き上げられた際にシリンダヘッド9に開口する排気通路3の開口部周縁3aに設けられたバルブシート部40と密着可能な形状に形成されている。そして、バルブステム部12bの頭頂部には磁性材料からなる可動子41が連結されている。この可動子41は、シリンダヘッド9の上部に設けられたケーシング45内に納められている。

【0046】ケーシング45内には、可動子41を上下方向より挟み、かつその間で可動子41が上下方向に移動可能な位置に開弁用コイル46と閉弁用コイル47が設けられている。そして、開弁用コイル46の内側でかつバルブステム12bの外周には常に排気弁12を開弁方向（図中、上方向）に付勢する開弁用スプリング50が設けられている。また、可動子41を挟んで反対側の閉弁用コイル47の内側には逆に排気弁12を開弁方向（図中、下方向）に付勢する閉弁用スプリング51が設けられている。

【0047】このように構成される吸気弁11と排気弁12が、開弁されるときには、電子制御装置（ECU）30からの開弁信号によって、開弁用コイル46に電流が供給される。そして、開弁用コイル46に電流が流れることにより電磁力が生じ、磁性材料からなる可動子41が電磁力によって開弁用コイル46に吸引されることによって排気弁12は開弁する。一方、排気弁12が開弁されるときには、同様にECU30からの開弁信号によって、閉弁用コイル47に電流が供給されることにより可動子41が電磁力によって閉弁用コイル47に吸引される。以上のように吸気弁11と排気弁12とは、ECU30からの開閉指令により任意にその開閉タイミングが設定される。

【0048】つぎに、ECU30について説明する。ECU30は、CPU31、ROM32、RAM33、バックアップRAM34等からなるマイクロコンピュータを中心に構成されている。ECU30は、前記したエアフロメータ45、A/Fセンサ15、O₂センサ16、

水温センサ17、スロットルセンサ20、バルブタイミングセンサ29の各々の検出信号を入力し、各検出信号に基づいて吸入空気量Q_a、触媒上流側及び下流側の空燃比（A/F）、エンジン水温T_{hw}、スロットル開度、吸気弁11と排気弁12との開閉タイミングなどのエンジン運転状態を検知する。またその他に、ECU30には、720°CA毎にパルス信号を出力する基準位置センサ27と、より細かなクランク角毎（例えば、30°CA毎）にパルス信号を出力する回転角センサ28とが接続され、ECU30は、これら各センサ27、28からのパルス信号を入力して基準クランク位置（G信号）及びエンジン回転速度N_eを検知する。

【0049】ECU30は、上記の如く検出した各種のエンジン運転状態に基づき、インジェクタ18による燃料噴射の制御や、点火プラグ19による点火時期の制御や、電磁駆動式吸排気弁11、12の開閉時期の制御を実施する。但しその詳細については後述する。

【0050】次に、ECU30が実施する本実施の形態の処理について説明する。まず、本実施の形態では、

- （1）吸入空気量を通常のアイドル運転よりも増量させること、
- （2）点火時期を遅角側で制御すること、
- （3）燃料噴射量を減量してリーン空燃比にて制御すること、
- （4）始動時には排気弁12を進角させること、
- （5）始動後から吸気通路2の圧力が所定圧力以下に到達すると排気弁12を遅角させること、
- （6）始動後から燃焼が安定すると吸気弁11を遅角させるとともに、排気弁12を進角させること、を各々実行する。

【0051】（1）では、吸入空気量を増量することで、触媒に与える熱量を増加させる。すなわち、吸入空気量によって燃料噴射量が決まるゆえ、吸入空気量が増量させることで燃料噴射量が増加し、触媒に供給する熱量を増加させることができ、触媒を早期に活性させることができる。また、（2）では、点火時期をピストン7の上死点（TDC）に対して遅角側に制御することで、TDCに比して圧縮比の小さな時期に点火を実行するために燃焼伝播速度が緩慢になり、排気弁12が開いても燃焼が継続して行われる。これにより、排気通路3に燃焼による高温のガスが排出されるので、触媒に高温のガスが供給され触媒が早期に活性される。

【0052】さらに（3）のように燃料噴射量を制御して燃焼空燃比がリーンとすることで、点火時期の遅角制御によって排出ガスが高温になっているために、排気通路中に排出される未燃HCが酸化反応を起こして浄化されることになる。すなわち、排気通路中の未燃HCは、燃焼空燃比がリーンなことから酸素が十分にあることと、高温雰囲気中であることから、積極的に酸化反応を起こすのである。この未燃HCが酸化反応する運転状態を後燃えと称する。

【0053】つぎに、（4）の処理を説明するにあたって、冷間始動時の未燃HCについて説明する。エンジン

1の冷間始動時には、機関温度が低いことから吸気ポートに付着するウェット燃料が増加する。また、燃料の霧化が促進されていないために、燃焼が不安定となり燃焼に寄与しない未燃HCがシリンダ壁面に付着する。このシリンダ壁面に付着した未燃HC（以下、クエンチHCと称する）は、空気に曝される表面積が小さいために付着していない未燃HCよりもさらに燃焼に寄与し難くなる。このクエンチHCは、ピストンの上昇により掻き揚げられ、排気弁12が開弁すると同時にそのまま排気通路3に放出される。

【0054】クエンチHC等の未燃HCをシリンダ室内に再吸入させるために、従来より、排気弁12の開タイミングを遅角し、吸気弁11と排気弁12とが同時に開いている期間を設定する所謂オーバーラップ制御が知られている。しかし、バルブオーバーラップ量による燃焼ガスの再吸入は、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧に依存する。すなわち、吸気通路中の圧力がほぼ大気圧に近いような運転状態では、十分に燃焼ガスの再吸入を行えない。

【0055】そこで、(4)の処理では、排気弁12の開タイミングを進角させることで、燃焼室10内に燃焼ガス内に残留する未燃HC（ウェット燃料、クエンチHC）を閉じこめる。そして、次の燃焼時に再び燃焼に寄与させることで、エミッションの低減を図るものである。そして、(5)の処理では、知られる排気弁12を遅角させることにより吸気弁11と同時に開弁している期間（オーバーラップ期間）を増大させることで、一度排気通路3に排出された排気ガスを再び燃焼室10に再吸入させ、排気ガス中に含まれる未燃HCガスを再度燃焼に寄与させることでエミッションの低減を図る。

【0056】(6)の処理は、吸気流速を向上させて燃焼を安定化することを目的とした制御である。この制御は、始動後からの触媒早期暖機により排気通路中の未燃HCが酸化反応を起こすような運転状態になってから実行される。ここで、未燃HCが酸化反応するためには、排気ガス温度が例えば700℃以上であり、未燃HCが反応するための酸素雰囲気であることが必要である。酸素雰囲気とは、空燃比がリーンであることである。このような運転状態になると、(6)の処理が実行される。この処理では、吸気弁11を遅角させるとともに排気弁12を進角させている。吸気弁11を遅角させることで吸気TDCを越えてから吸気弁11が開弁するので、吸気通路2の圧力と燃焼室10との圧力に差圧が生じる。そして、このように差圧が生じた状態で吸気弁11が開弁するので、燃焼室10への吸気流速が向上し、噴射燃料の霧化が促進される。このような現象によって、燃焼室10での吸入空気と噴射燃料との混合が向上されて燃焼が安定する。

【0057】以上のように、(1)と(3)との処理は、触媒に熱量を供給して冷間始動時から触媒を早期に

活性することを目的としている。また、(4)乃至

(6)の処理は、いずれも未燃HCが排出されることを抑制することを目的とした処理であり、本実施の形態では、特に、(4)、(5)の処理を特徴とする。以下では、エンジン1のクランキングからの吸気弁11と排気弁12との開閉制御について図面を用いて詳細に説明する。まず、図3の触媒暖機の条件判定ルーチンについて説明する。この処理では、触媒早期暖機のために実施する上述の吸入空気量の増量と、点火時期の遅角を実行するか否かについて条件判定をする。ステップS101では、エンジン回転速度Neが400rpm以上でかつ2000rpm以下であるか否かが判定される。ステップS102では、0℃以上でかつ60℃以上であるかが判定される。ステップS103では、図示しないオートマチック・トランスミッションのシフト位置がPレンジまたはNレンジであるか否かが判定される。（マニュアル・トランスミッションの場合にはギア位置としてNレンジであるか、ドライブレンジとしてのファーストギア乃至トップギアのいずれであるかが判定される。）

20 ステップS104では、エンジン1の始動からの経過時間が所定時間経過したか否かを判定する。この所定時間としては、触媒の早期暖機制御によって触媒暖機が完了する時間に設定される。ステップS105では、各種のフェイル判定によりフェイルがないかを判定する。そして、このステップS101乃至ステップS105の判定結果を全て満たす（Yes）場合にのみ触媒早期暖機実行のための触媒早期暖機実行フラグXCATに1を立てて本ルーチンを終了する。一方、ステップS101乃至ステップS105の条件を1つでも満たさない（No）
30 場合には、ステップS107にて触媒早期暖機実行フラグXCATに0を入力して本ルーチンを終了する。

【0058】つぎに、図4に示す後燃え条件判定ルーチンについて説明する。この処理では触媒早期暖機制御のための吸入空気量の増量と、点火時期遅角制御とによって排気通路3にて燃焼が行われる条件であるか否かを判定する。まず、ステップS111にて推定排気温度が700℃以上であること、ステップS112にて推定空燃比が例えば15以上、すなわちリーンであることが判定される。なお、ここで、空燃比の推定は、吸入空気量と燃料噴射量とに基づいて推定される。また、A/Fセンサが活性している場合には、センサを用いて直接空燃比を検出して良い。

40 【0059】本ルーチンでは、この2つの条件を満たす場合にはステップS113へ進み、エンジン1の運転条件が後燃え条件を満たすことを示すように、フラグXBF Rに1を立てて本ルーチンを終了する。一方、ステップS111、若しくはステップS112の何れかの条件を満たさない場合には、ステップS114へ進み、エンジン1の運転条件が後燃え条件を満たさないとしてフラグXBF Rに0を入力して本ルーチンを終了する。
50

【0060】なお、推定排気温度については、点火時期と吸入空気量とに基づいて図12(a)のマップによりベースとなる排気温度を演算する。そして、図12

(b)、若しくは(c)のマップを用いて、空燃比と始動後経過時間によるベースの排気温度を補正する。空燃比による補正では、吸入空気量と燃料噴射量とに基づいて推定空燃比を算出し、空燃比に応じた補正係数F A B Fを演算する。例えば推定空燃比が1.3のときには補正係数F A B Fは0.9に設定され、推定空燃比が1.5のときには1.1に設定される。これは、空燃比がリーンであるほど燃焼温度が高いためにベースの排気温度に対して1以上の補正係数を設定し、この補正係数F A B Fをベースの排気温度に乗じて最終的な推定排気温度を推定する。

【0061】また、同様に推定排気温度は、始動後経過時間によって推定しても良い。ベースの排気温度に関しては、上述と同様である。そして、始動後経過時間に応じて補正係数F T I M Eを設定する。例えば、始動後経過時間が1秒であるときには補正係数F T I M Eに0.9を設定し、10秒のときには1.05を設定する。これは、始動後から短い期間では、空燃比をリッチにして制御しているために排気温度はリーンに比して低くなり、その後の時間経過にしたがって空燃比がリーンになるためである。このため始動後経過時間に応じて排気温度が上昇するように補正をすることで精度良い排気温度を推定することができる。

【0062】以上説明した図3、図4の条件判定の結果は、後述する図7、図10のフローチャートにて用いられる。

【0063】つぎに、図5、6の点火時期制御と燃料噴射制御とのプログラムについて説明する。まず、ステップS201乃至ステップS203では、始動後1秒経過したか、機関水温T h wが60℃以下か、触媒暖機の条件フラグX C A Tが1かがそれぞれ判定される。上記3つの判定結果がすべて肯定(Y e s)の場合、ステップS204へ進み、点火時期を遅角制御する。この遅角制御は、従来より知られる触媒早期暖機制御のための制御である。一方、上記3つの判定結果のうち、いずれか1つでも否定(N o)の場合は、ステップS205へ進む。ステップS205では、通常の点火時期制御であり、運転状態に応じた点火時期を設定する。

【0064】同様に、図6の燃料噴射制御のプログラムについて説明する。同一の処理ステップには、図5のフローチャートと同一の符号を付して説明を省略する。ステップS201乃至ステップS203の判定結果がすべて肯定(Y e s)の場合、ステップS214へ進み、空燃比が弱リーンとなるように燃料噴射量を設定する。一方、ステップS201乃至ステップS203の判定結果のうち少なくとも1つでも否定(N o)の場合には、ステップS215へ進む。ステップS215では、目標空

燃比となるように、吸入空気量に基づいて燃料噴射量を設定する。

【0065】以上のように、触媒早期暖機実行条件が成立したときには、点火時期、燃料噴射ともに触媒早期暖機用の制御を実行する。このように、本実施の形態では、吸入空気量の増量と、燃料噴射量の制御として空燃比の弱リーン制御と、点火時期の遅角制御とを前提として、以下に説明する吸気弁11と排気弁12との開閉タイミングの制御について図面を用いて詳細に説明する。

【0066】まず、図7に示す排気弁制御ルーチンを以下に説明する。このルーチンは、図示しないイグニッションスイッチがオンされると、例えば所定クランク角度に同期して繰り返し起動される。この図7のフローチャートが起動されると、ステップS300にてエンジン回転速度N eが例えば400rpm以下であるかが判定される。ここでは、イグニッションスイッチがオンされてからエンジン1の所定の始動判定レベル以下であるかを判定しており、所定の始動判定レベルとして例えば400rpm以下である場合には、ステップS310乃至ステップS330の処理を実行する。

【0067】ステップS310では、エンジン冷却水温T h wが0℃より大きく、60℃以下ではない場合には、ステップS330へ進み、排気弁12の目標閉タイミングV C T t gに所定の固定値を入力して本ルーチンを終了する。一方、冷却水温T h wが0℃より大きく60℃以下の範囲である場合には、ステップS320へ進み、触媒早期暖機実行前の制御を実行する。触媒早期暖機実行前の制御としては図8に示すフローチャートの処理を実施する。触媒早期暖機前制御についての詳細は後述する。

【0068】ステップS300にてエンジン回転速度N eが400rpmを越えた場合には、ステップS300の判定が肯定(Y e s)されて、ステップS340以降の処理を実施する。ステップS340では、前述した触媒早期暖機制御の実行条件を示すフラグX C A Tが1であるかが判定される。ここで、フラグX C A Tが0である場合、すなわち、実行条件不成立を示す場合には、ステップS350へ進み、排気弁12の開閉タイミング制御として従来より知られる通常の制御を実施する。

【0069】この通常制御は、図9のフローチャートに示すように、まず、ステップS351、S352、S353にてエンジン回転速度N eと吸入空気量G aと冷却水温T h wをそれぞれ読み込む。そして、そして、読み込んだ各パラメータから、例えば3次元マップ等を用いて運転状態に応じた排気弁12の目標閉タイミングV C T t gを設定して本ルーチンを終了する。

【0070】一方、図7のステップS340にて、フラグX C A Tが1である場合、すなわち、触媒早期暖機制御の実行条件が成立している場合には、ステップS36

0へ進む。ステップS360では、エアフロメータ45により検出される吸入空気量 G_a とエンジン回転速度 N_e とにより吸気通路2の圧力 P_m を算出する。この算出方法は、吸入空気量 G_a とエンジン回転速度 N_e との2次元マップ等により予め設定される吸気通路2の圧力 P_m を読み出すことによって算出される。そして、ステップS360では、算出された吸気通路2の圧力 P_m が所定圧力として例えば600mmHgより小さいか否かを判定する。

【0071】ここで、吸気通路2の圧力 P_m を判定する理由は、燃焼中の未燃HCを再び燃焼に寄与させる所謂EGRガス効果を最大限に活用することによって、エミッションを低減することを目的としている。EGR効果を最大限に活用することとする場合、1つ目は排気弁12の閉弁タイミングを排気行程が終了する前に設定することによって、燃焼ガスを閉じ込めること、そして、2つ目は吸気弁11と排気弁12とを同時に開弁させる期間、所謂オーバーラップ期間を設定することによって排気通路3に排出された燃焼ガスを再び燃焼室内に再吸入させることの2つの方法が挙げられる。上記いずれの方法によっても未燃HCを再び燃焼に寄与させるというEGR効果を奏することができる。

【0072】特に、燃焼によって排出される排出ガスを燃焼室内に再び再吸入させる場合、吸気通路2と排気通路3との差圧によって再吸入量が決定される。すなわち、排気通路3の圧力は常に大気圧付近であるため、この排気通路3の圧力を基準とすると、吸気通路2と排気通路3との差圧は吸気通路2の圧力 P_m によって決定されるのである。図13の特性図（実線は排気弁閉弁タイミングが $BTDC10^\circ CA$ 、一点鎖線は $ATDC10^\circ CA$ である）によれば、吸気通路2の圧力 P_m が大きいたまには、吸気通路2と排気通路3との差圧が小さく、排気弁12の閉弁タイミングを遅角させても（オーバーラップ期間を設定しても）排気通路3に排出された燃焼ガスが燃焼室内に再吸入されずに十分なEGRガス効果を得られない。このような運転状態であれば、燃焼ガスの閉じ込め（排気弁12の閉弁タイミングを進角させること）によるEGR効果の方が未燃HCを低減することができるので、エミッションを抑制することができる。

【0073】上述のような原理により、吸気通路2の圧力 P_m が例えば600mmHg以上の場合（No）には、吸気通路2と排気通路3との差圧が小さいので、排気弁12の閉弁タイミングを進角させることによるEGR効果を目的としてステップS320へ進む。そして、ステップS320では、排気弁12の閉弁タイミングを進角させるべく触媒早期暖機の実行前の制御を実施して本ルーチンを終了する。一方、圧力 P_m が600mmHgよりも小さい場合には、排気弁12の閉弁タイミングを遅角する（オーバーラップ期間を設定する）ことによるE

GR効果を目的としてステップS380へ進む。そして、ステップS380では、排気弁12の閉弁タイミングを遅角するべく触媒早期暖機実行中制御を実施して本ルーチンを終了する。

【0074】以上のように、本実施の形態では、始動時に発生するクエンチHCを低減するために触媒早期暖機実施前制御によって、クエンチHCを燃焼室内に閉じ込めることによって未燃HCの排出を低減させた。また、始動から吸気通路2の圧力 P_m が所定圧力として、例えば600mmHgより小さくなると排気弁12を遅角させることによって、燃焼ガスの再吸入によって未燃HCの排出を低減させた。つぎに、上述したメインルーチンにて詳述しなかった触媒早期暖機実行前制御と触媒早期暖機実行中制御との排気弁12の閉弁タイミングの設定方法について、図8と図10とのフローチャートを用いて説明する。

【0075】まず、図8のフローチャートに示す触媒早期暖機実行前制御では、まずステップS321にて、エンジン1の冷却水温 T_{hw} を読み込む。そして、ステップS322にて、読みこんだ冷却水温 T_{hw} に基づいて、図11に示すマップにより排気弁12の基準閉弁タイミング $VCTBSE$ を算出する。ステップS323では、燃焼室内に付着するクエンチHC量を推定し、図16(a)に示すように吸気行程の TDC よりも進角側に目標排気弁閉弁タイミング $VCTtg$ を設定する。このクエンチHC量の推定方法としては、冷却水温 T_{hw} 、吸気温度、燃焼室内壁温度、始動後燃焼回数、始動後経過時間、筒内圧、点火時期、吸入空気量、エンジン回転速度 N_e 等に基づいてクエンチHC量が推定される。

【0076】クエンチHCは前述した通り、燃焼に寄与しなかった未燃HC（クエンチHC）が燃焼圧力によってシリンダ壁面に付着することに起因する。付着したクエンチHCは、シリンダ壁面の温度が低いほど燃焼に寄与し難い。また、この燃焼に寄与しないクエンチHCの量は、エンジン1の負荷が大きいと増量する。ゆえに、これらの事象を考慮してクエンチHCの量を推定すると良い。具体的には、エンジン1の負荷を、吸入空気量 G_a やエンジン回転速度 N_e に基づいて演算し、演算された負荷に基づいてクエンチHCの総量を演算する。そして、筒内圧力に基づいてクエンチHCの総量に対する補正係数を設定する。この補正係数は、筒内圧が高いほど1に近い値が設定され、筒内圧が低いほど1より小さな値が設定される。これは、筒内圧力、すなわち燃焼圧力が高いほど、クエンチHCとしてシリンダ壁面に付着する燃料割合が高くなるからである。そして、この付着したクエンチHCは、シリンダ壁面の温度が低いほど燃焼に寄与しにくくなるため、吸入空気温度や冷却水温等に基づいてシリンダ壁面の温度を推定してクエンチHCの総量に対する補正係数を設定する。

【0077】以上のように、クエンチHCの量を推定

し、図8のステップS323にてクエンチHCに応じて目標排気VCT閉タイミングを設定する。すなわち、ステップS322にて設定した排気VCT基準閉タイミングVCTBSEに、クエンチHC量に応じた補正係数VCThcを加算して目標排気VCT閉タイミングVCTtgを算出する。ここで補正係数VCThcは、推定されるクエンチHC量が大きいほど、目標排気弁閉タイミングVCTtgの進角量が大きくなるように設定される。

【0078】なお、このクエンチHCに対する補正を簡単にするため、冷却水温Thw、吸気温度、燃焼室内壁温度、始動後燃焼回数、始動後経過時間、筒内圧、点火時期、吸入空気量、エンジン回転速度Neのうちいずれか1つに基づいて行っても良い。

【0079】また、この図8のフローチャートにおいて、クエンチHCとウェット量を推定し、目標排気弁閉タイミングVCTtgの進角量を設定しても良い。

【0080】つぎに、図7のステップS380に示した触媒早期暖実行中制御について、図10のフローチャートを用いて詳細に説明する。まず、ステップS381にて冷却水温Thw、エンジン回転速度Ne、吸入空気量Gaを読みこみ、これらのパラメータに基づいて排気弁の閉タイミングを3次元マップ等により演算する。そして、演算により求められた排気弁の閉タイミングVCTβを基準閉タイミングVCTBSEに設定し、ステップS382へ進む。

【0081】ステップS382では、後燃え条件の成立・不成立を判定するためのフラグXBFRが1であるか否かを参照する。ここで、フラグXBFRが1の場合には、後燃え条件成立を示すので、ステップS385、S386の処理を実行して本ルーチンを終了する。一方、後燃え条件が成立しないときには、ステップS383、S384の処理を実行して本ルーチンを終了する。

【0082】まず、後燃え条件が成立しなかったときの制御について説明する。ステップS383では、回転速度Ne若しくは経過時間に応じて排気弁12の基準閉タイミングに対する遅角量VCTREを設定する。回転速度Neが大きいほどガス量が増加するため、これに伴って未燃HCが増加する。そこで、遅角量VCTREは、回転速度Neが大きいほど大きな値に設定される。これによって吸気弁11と排気弁12とが同時に開弁している期間が長く設定されるため、排出ガスの再吸入量が増加して未燃HCを再び燃焼に寄与させてエミッションを低減することができる。ステップS384では、基準閉タイミングVCTBSEにステップS383にて算出した遅角量VCTREを加算した値を目標排気弁閉タイミングVCTtgとして設定し、図16(b)に示すように排気弁12の閉じタイミングを吸気行程のTDCにより遅角させて、本ルーチンを終了する。

【0083】一方、後燃え条件が成立したとき、すなわ

ち、ステップS382のフラグXBFRが1のときはステップS385に進み、回転速度Ne若しくは経過時間に応じて排気弁12の基準閉タイミングに対する進角量VCTFWを算出する。後燃え条件が成立しているときには、空燃比がリーンな状態であるため、燃焼により排出される未燃HCが排気通路3で酸素雰囲気と酸化反応を起こす。よって、後燃え条件成立時には、空燃比が安定しているため、さらに燃焼安定を目的として排気弁12の目標閉タイミングを進角させる。この具体的な処理としては、ステップS386にて、排気弁12の基準閉タイミングにステップS385にて算出した進角量VCTFWを加算した値を排気弁12の目標閉タイミングVCTtgとして設定し、図16(c)に示すように排気弁12の目標閉タイミングを吸気行程TDCよりも進角させ、本ルーチンを終了する。

【0084】以上のように、図10に示した触媒早期暖機中制御では、後燃え条件を判定して、後燃え条件が不成立の場合には、燃焼により発生する未燃HCを低減することを目的として、排気弁12の目標閉タイミングVCTtgを遅角させて吸気弁11とのオーバーラップ期間を設定する。これにより、一度排気通路3に排出された未燃HCを再度燃焼室10に吸入させることができるので、未燃HCの排出を低減することができる。一方、後燃え条件が成立する場合には、酸化反応により未燃HCが低減されるので、燃焼の安定性を目的として排気弁12の目標閉タイミングを進角させる。これにより、吸気弁11と排気弁12とのオーバーラップ期間を低減することによってアイドル安定性を確保することができる。

【0085】つぎに、図15に示すタイムチャートを用いて本実施の形態を説明する。まず、図15(a)はエンジン回転速度Neを説明する図である。まず、イグニッションスイッチがオンされてクランキングが開始されると、図15(d)に示すように排気弁12の閉タイミングを冷却水温に基づいてBTDC(Before Top Dead Center: 上支点前)10°CAに設定する。この閉タイミングの設定では、冷却水温Thw等によりクエンチHCとウェット量との発生状況を推定し、クエンチHCと燃料ウェット量に応じて燃焼室10に閉じ込める排出ガス量を制御するために排気弁12の閉タイミングを補正する。

【0086】すなわち、クエンチHC、燃料ウェット量が多い運転状態である場合には、燃焼室10に閉じこめる排出ガスを増量するために排気弁12の閉タイミングが進角されるように補正する。この補正によって排出ガスに含まれる未燃HCを次の燃焼時に再び燃焼させることができるのでエミッションを低減することができる。

【0087】そして、図15(a)のエンジン回転速度Neが図中A点にて始動判定が行われ、冷却水温Thw、オートマチックトランスミッションのギア位置等が

触媒早期暖機制御の実行条件を満たす場合には、フラグ XCAT に 1 が立つ。この条件が成立すると、図 15

(b) に示すように、フラグ XCAT が 1 の場合には、点火時期が徐々に遅角される。図 15 (a) のエンジン回転速度 Ne が大きくなり、吸気通路の圧力が小さくなっていくと、図中 B 点にて吸気通路 2 の圧力が 600 mmHg となる。この B 点になると、吸気通路 2 の圧力 Pm に基づいて排気弁 12 の閉タイミングが遅角される。一方、図 15 (c) に示す吸気弁 11 の開タイミングは例えば TDC 付近に設定されている。ゆえに、排気弁 12 の閉タイミングが遅角されることにより吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間、オーバーラップ量が大きくなるため、排気通路 2 に一旦排出された燃焼ガスが再び燃焼室 10 に再吸入されることになる。これにより、燃焼によって発生する未燃 HC が燃焼室 10 にて次の燃焼に寄与することとなり、エミッションを低減することができる。

【0088】図 15 (a) において、図中 C 点は後燃え条件が成立した時点である。後燃え条件は、図 15 (f) の空燃比と図 15 (g) の排出ガス温度とが所定の条件を満たすときに成立するものである。この条件が成立すると、燃焼ガスに含まれる未燃 HC が排気通路中で酸化反応を起こす。ゆえに、この後燃え条件が成立する運転条件では、未燃 HC によるエミッションは低減されているので、燃焼の安定性を目的として図 15 (c) に示すように吸気弁 11 の開タイミングを例えば ATDC 10° CA に遅角する。このように吸気弁 11 を遅角すると、吸気弁 11 が開弁する際に、吸気通路 2 と燃焼室 10 とに差圧が生じているために、吸気流速が向上し燃料の霧化が促進される。なお、このとき、排気弁 12 の目標閉タイミングは、例えば BTDC 10° CA に設定する。これにより、吸気弁 11 とのオーバーラップ期間を低減することで燃焼を安定化させる。

【0089】以上のように、吸気弁 11 と排気弁 12 との開閉タイミングを本実施の形態では、設定する。このような本実施の形態を、図 15 (d) に点線で示すように排気弁 12 の閉タイミングを TDC に設定した従来技術と比較する。図 15 (h) に示すように、点線で示す従来技術では、図 15 (a) の A 点までにクエンチ HC・ウェット燃料等による未燃 HC の排出量が増加する。これに対して、本願発明では、排気弁 12 の閉タイミングを進角させるので、燃焼ガスを燃焼室 10 に閉じ込めることにより、クエンチ HC・ウェット燃料を再び燃焼に寄与させることができるので、エミッションを低減することができる。

【0090】そして、図 15 (a) の B 点以降では、エンジン回転速度 Ne が始動判定の回転速度よりも高くなるために、吸入空気量が増加して燃焼により発生する未燃 HC が増加する。このため点線にて示す従来技術では、このとき発生した未燃 HC によりエミッションが悪

化するが、本実施の形態では、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間、すなわちオーバーラップ期間が設定されているので、排気通路 3 に排出された燃焼ガスが燃焼室 10 に再吸入される。これにより、再吸入された燃焼ガスに含まれる未燃 HC が再び燃焼に寄与することでエミッションを低減させる。

【0091】以上のように、本実施の形態では、冷始動時の触媒コンバータが活性していない状態で排出される未燃 HC を低減することを目的として、吸気通路 2 の圧力 Pm に基づいて排気弁 12 の閉タイミングの進角と遅角とを切り替えた。これは、遅角させることによる燃焼ガスの再吸入効果が吸気通路 2 と排気通路 3 との差圧に依存するためであり、再吸入効果が得られない運転状態では、排気弁 12 の閉タイミングを進角させることによる燃焼ガスの閉じ込め効果を利用して、未燃 HC を低減している。

【0092】なお、本実施の形態では、排気弁 11 の開閉タイミングを設定するための具体的な構成として、電磁駆動弁による制御を説明したがこれに限るものではなく、従来より知られる油圧によって排気弁の開閉タイミングを設定するようにしても良い。

【0093】また、本実施の形態において、図 7 のフローチャートのステップ S370 にて吸気通路の圧力 Pm を検出したが、推定によって圧力 Pm を求めても良い。

【0094】また、本実施の形態では、燃焼ガスの閉じ込めと再吸入とを吸気通路の圧力に基づいて切り替えたが、エンジン始動からの所定期間後に切り替えるようにしても良い。

【0095】本実施の形態において、排気弁調整手段は図 7 のフローチャートに、第 1 の運転状態検出手段は図 7 のフローチャートのステップ S370 に、第 2 の運転状態検出手段は図 8 のフローチャートのステップ S321 乃至ステップ S323 に、燃焼状態検出手段は図 4 のフローチャートに、空燃比検出手段は図 4 のフローチャートのステップ S112 に、排ガス温度検出手段は図 4 のフローチャートのステップ S111 に、それぞれ相当し、機能する。

【0096】また、吸気弁制御手段は吸気弁 11 の少なくとも開タイミングを制御する手段であり、特に、図 7 のステップ S370 にて吸気通路中の圧力 Pm が 600 mmHg よりも小さいと判定されたときに例えば ATDC 10° CA を設定する手段に想到する。

【0097】また、燃焼ガス処理手段は、三元触媒等の触媒コンバータに相当する。そして、処理能力検出手段としては、この触媒コンバータの暖機状態が活性しているか否かを判定する手段に相当し、機能する。

【0098】＜第 2 の実施の形態＞第 1 の実施の形態では、第 1 の実施の形態での図 10 に示す触媒早期暖機実行中制御において、排気弁 12 の閉タイミングを吸気弁 11 の開タイミングとは独立に制御したが、本実施の形

態では、目標のオーバーラップ量を設定し、設定されたオーバーラップ量となるように吸気弁 11 の開タイミングと排気弁 12 の閉タイミングとを設定する。

【0099】本実施の形態は、触媒早期暖機実行中の制御として、目標オーバーラップ量、若しくは目標アンダーラップ量を設定し、吸気弁 11、排気弁 12 の開閉タイミングをそれぞれ設定する。ここで、オーバーラップ量は、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間のことであり、アンダーラップ量とは、吸気 TDC 付近において、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に閉弁し

ている期間のことをいう。

【0100】まず、図 14 について説明する。この図は、吸入空気量に応じて設定されるアンダーラップ量を示している。このアンダーラップ量は、未燃 H₂C を低減することを目的として設定されており、吸入空気量が多いときには燃焼によって発生する未燃 H₂C が多くなるために、アンダーラップ量は、負の値を設定することにより排気通路 3 に排出される燃焼ガスを燃焼室 10 に再吸入させることによりエミッションを低減する。一方、吸入空気量が小さい場合には、アンダーラップ量として正の値を設定することで燃焼ガスを燃焼室 10 に閉じ込める。以上のようにして本実施の形態では、アンダーラップ量、若しくはオーバーラップ量を設定することにより効果的に未燃 H₂C ガスの低減をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態の全体概略構成図である。

【図 2】第 1 の実施の形態の電磁駆動弁を示す概略構成図である。

【図 3】第 1 の実施の形態において、触媒早期暖機制御の実行条件判定を説明するフローチャートである。

【図 4】第 1 の実施の形態において、エンジンから排出される未燃 H₂C ガスが酸化反応を起こす運転状態、すなわち後燃え条件を判定するためのフローチャートである。

10

20

30

*

*【図 5】第 1 の実施の形態における点火時期制御を示すフローチャートである。

【図 6】第 1 の実施の形態における燃料噴射制御を示すフローチャートである。

【図 7】第 1 の実施の形態におけるメインのルーチンとして、排気弁の閉タイミング制御を示すフローチャートである。

【図 8】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 9】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 10】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 11】冷却水温に応じた排気弁の閉タイミングを設定するためのマップである。

【図 12】排気温度を推定するためのマップである。

【図 13】排気弁の閉じタイミング毎の吸気通路の圧力に対する未燃 H₂C の再吸入量を示す特性図である。

【図 14】第 2 の実施の形態における目標アンダーラップ量を設定するマップである。

【図 15】本発明を適用した場合のタイムチャートである。

【図 16】排気弁の閉じタイミングを示すタイムチャートである。

【符号の説明】

1…エンジン、

2…吸気通路、

3…排気通路、

4…スロットルバルブ、

11…吸気弁、

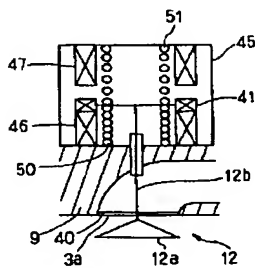
12…排気弁、

29…バルブタイミングセンサ、

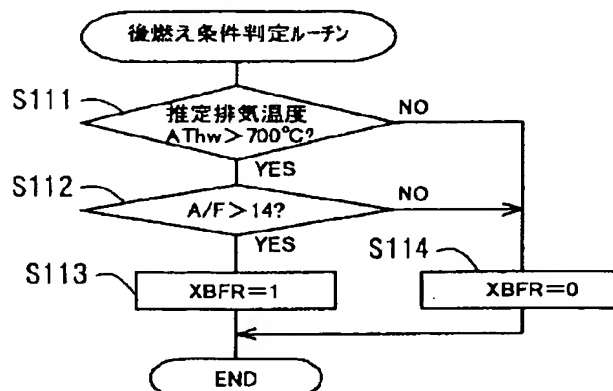
30…ECU、

* 43、44…バルブタイミング可変機構。

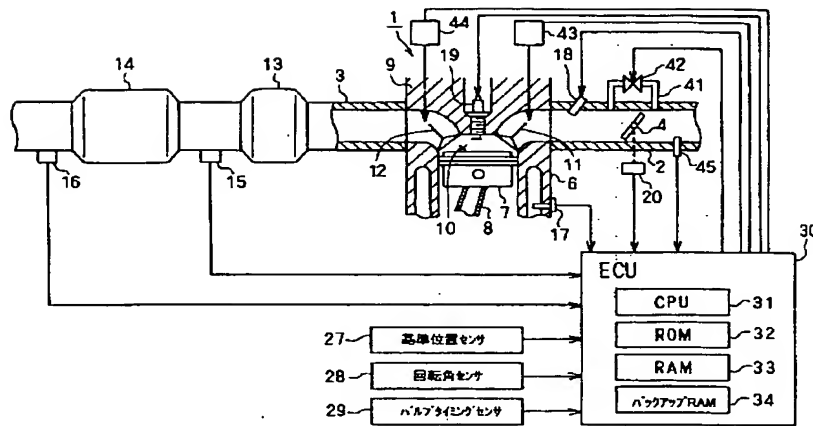
【図 2】



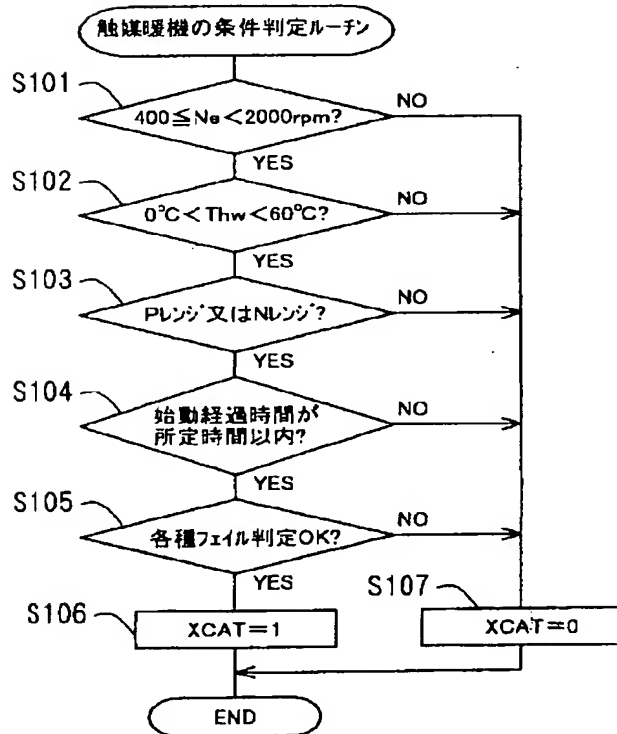
【図 4】



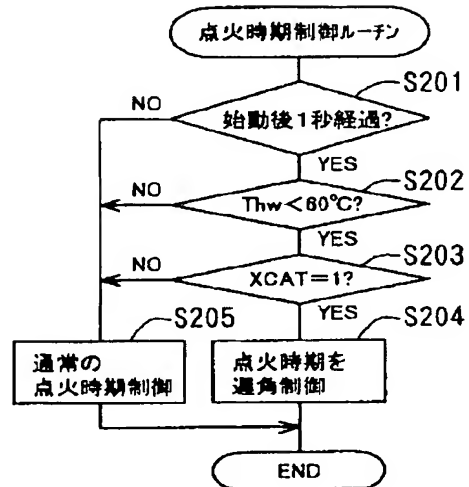
【図1】



【図3】



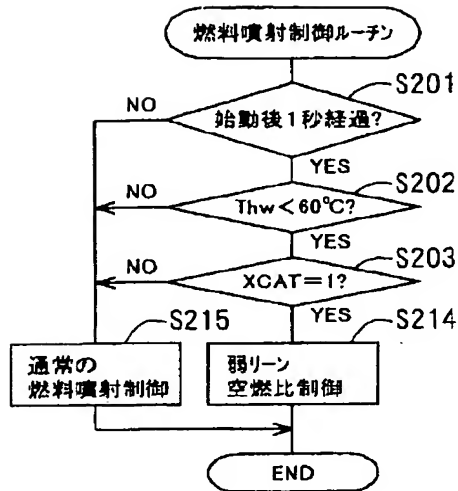
【図5】



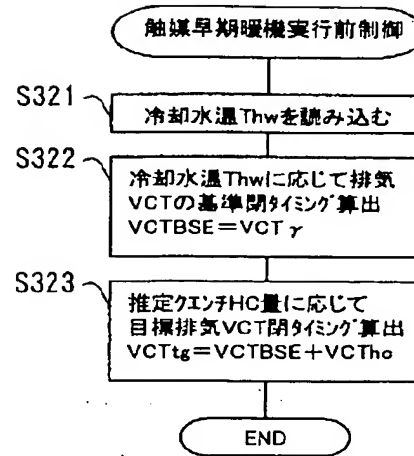
【図11】

冷却水温(吸気温)	0	10	20	30	40
排気開タイミング VCTBSE	5	10	15	15	5

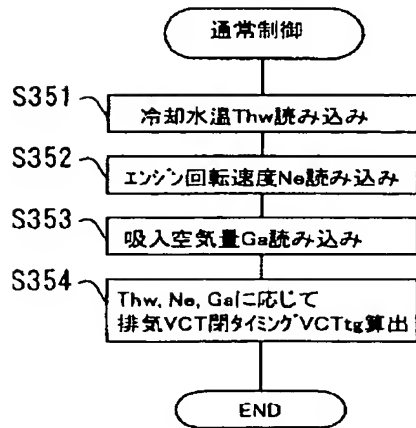
【図6】



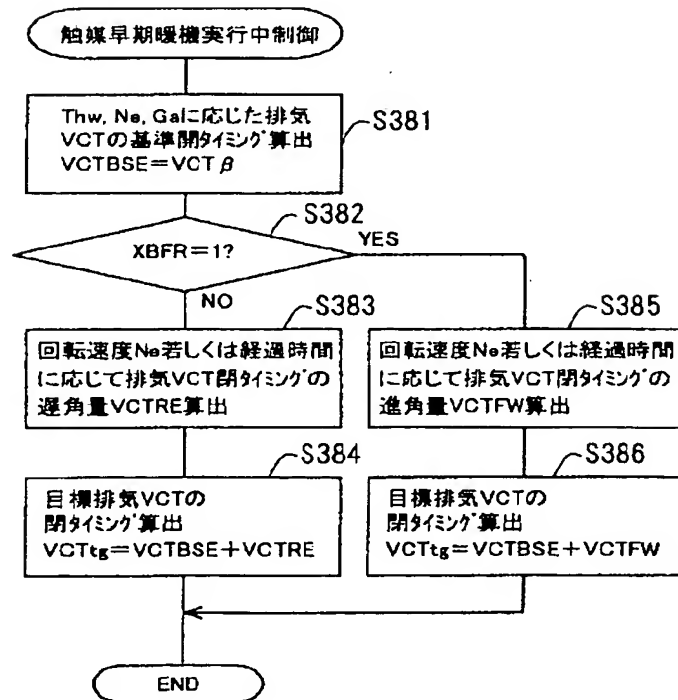
【図8】



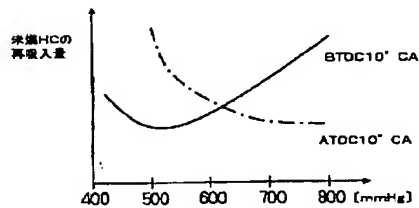
【図9】



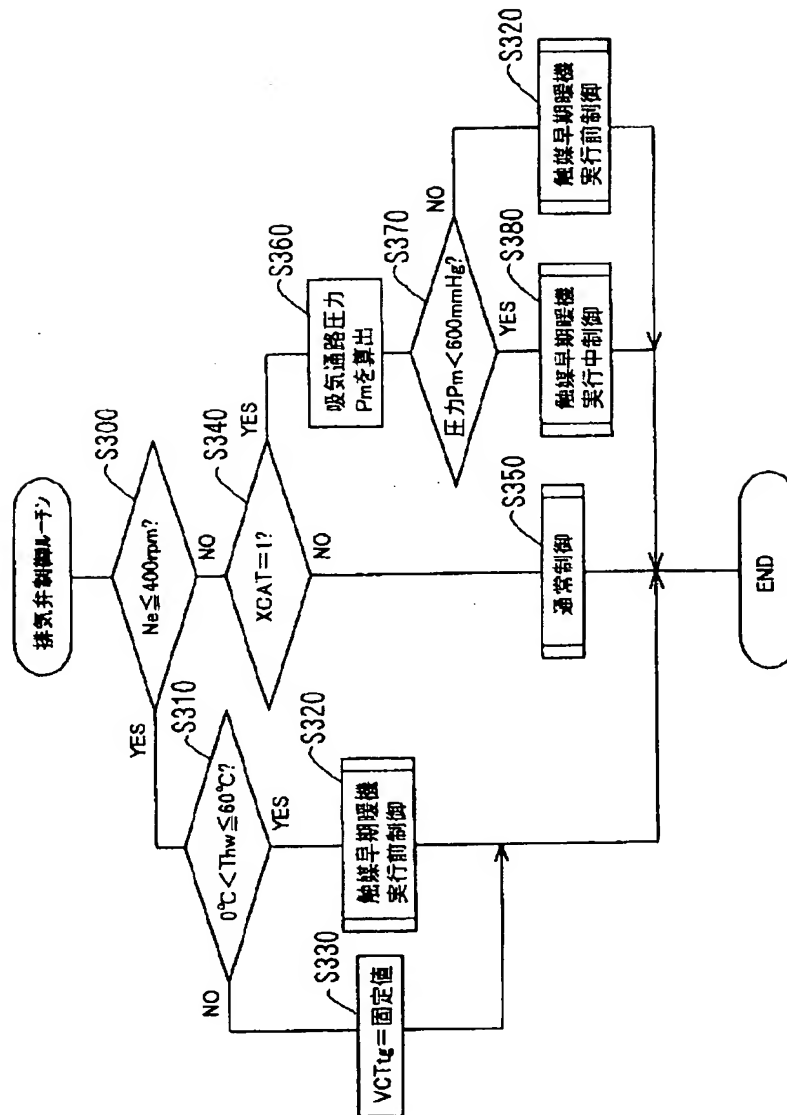
【図10】



【図13】



【図7】



【図12】

点火時期	BTDC	TDC	ATDC
吸入 空気量Ga	10	0	10
1	200		
10			
			800

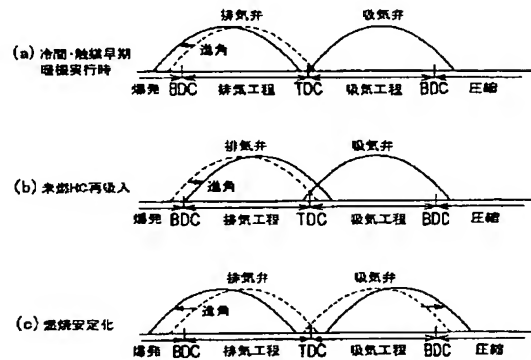
指定A/F	13	14	15
補正係数FABF	0.9	1	1.1

始動後経過時間	1	5	10
補正係数FTIME	0.9	1	1.05

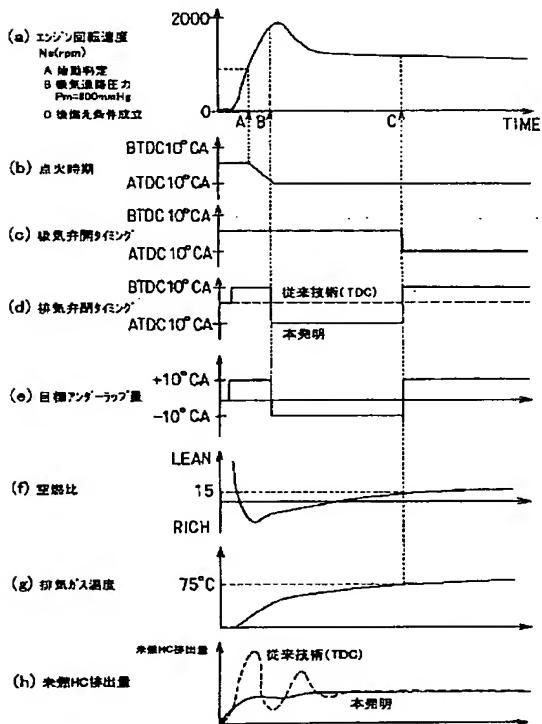
【図14】

回転速度 Ne	500	1000	1500	2000
吸入 空気量Ga	100			
0	10			

【図16】



【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G084 BA09 BA17 BA23 CA02 DA10
DA25 DA27 EA07 EA11 FA06
FA07 FA11 FA20 FA27 FA30
FA38
3G091 AA28 AB03 BA03 CB02 CB05
CB07 DA02 EA01 EA05 EA06
EA16 EA30 EA34 EA40 FA04
FA12 FB02 HA08
3G092 AA11 BA09 DA01 DA02 DA08
DA12 DG09 EA03 EA04 EC07
FA17 FA18 GA02 HA01Z
HA03Z HA05Z HA13X HB00Z
HC09X HD01Z HD07Z HE01Z
HE08Z HF13Z
3G301 HA19 JA25 JA26 JB09 KA05
LA07 MA01 NA08 NB02 NE23
PA01Z PA07Z PB10Z PD09Z
PD11Z PE01Z PE03Z PE08Z
PE10Z PF10Z